



VRML Y ARQUEOLOGÍA. DIVULGACIÓN E INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DE ENTORNOS VIRTUALES INTERACTIVOS.

José Julián PRIETO VINAGRE *

RESUMEN: Usando el lenguaje VRML como base, se exponen las posibilidades que éste ofrece para la divulgación del patrimonio arqueológico. Por otra parte, se analizan las aportaciones que los nodos de enlace y sensores (arrastradores, y señaladores), pueden hacer a la investigación arqueológica. Por último, se comentan las aportaciones del VRML a las publicaciones interactivas vía Internet.

ABSTRACT: Using VRML like base, the possibilities that this offers for the popularization of the historical patrimony, are exposed. On the other hand, the contributions that anchor nodes and sensor nodes (drag sensors and pointing devise sensors) can make to the archaeological investigation, are analyzed. Finally, the contributions that VRML can make to the interactive publications in Internet, are commented.

1. PRESENTACIÓN

Desde hace unos pocos años, las reconstrucciones y modelos tridimensionales generados por ordenador se han ido colando en numerosos proyectos y estudios de yacimientos arqueológicos, abarcando un espectro temático bastante amplio. Los modelos tridimensionales se han convertido en algo casi indispensable para el estudio del paisaje, en una herramienta muy útil para la reconstrucción del pasado de un lugar y sobre todo en un medio ideal para la divulgación del patrimonio artístico y arqueológico. Esta proliferación se ha visto favorecida por las posibilidades de interacción que ofrecen actualmente entornos semi-inmersivos como VRML.

* jprietov@pnte.cfnavarra.es.

Tras darle una primera utilidad divulgativa, hemos ido percatándonos de su importancia para la investigación arqueológica, como lo demuestran los numerosos trabajos que incorporan esta técnica como complemento a los métodos tradicionales, o de forma monográfica. Este fenómeno, se ha visto favorecido por la consolidación de las redes informáticas y por Internet en su aspecto más amplio, que proporcionan un medio rápido y barato de divulgación de información. Sin embargo, las limitaciones de capacidad de transmisión de datos del medio físico y la falta de un lenguaje apropiado, han retrasado su implantación plena en un medio tan extendido y popular, ideal para la publicación y divulgación del patrimonio arqueológico.

Cuando en 1994 se desarrolló, según las propuestas presentadas por *Silicon Graphics*, el primer estándar del lenguaje VRML¹, se abrió una nueva puerta para la recreación por Internet de aquellos modelos tridimensionales, que ya desde hace algunos años podíamos realizar con cierta calidad en nuestros ordenadores, y cuya vía de divulgación, quedaba reducida a fotogramas impresos en papel o secuencias animadas, que se podían transferir a una cinta de vídeo, ya que a principios de los 90, los medios de almacenamiento masivo no eran ni abundantes ni demasiado accesibles. Por lo tanto, el sistema VRML aparecía como un solución con muchos defectos, ya que si bien permitía generar modelos fácilmente transmisibles y manipulables, sus carencias no permitían simular completamente aquellos modelos que generábamos con los programas de modelado tridimensional.

Desde esa primera aparición del VRML, como veremos más adelante, el sistema ha ido evolucionando considerablemente para solventar aquellas carencias que poseía en su inicio. Si a esto añadimos la proliferación en nuestro país de redes de fibra óptica o redes ADSL, nos encontramos con un panorama, que si bien tiene que evolucionar todavía muchísimo, es bastante apropiado para la divulgación y publicación de modelos tridimensionales interactivos y mundos virtuales de carácter inmersivo.

La circunstancia anteriormente expuesta ha hecho emerger el interés de los arqueólogos por este medio, tal y como lo demuestran algunas páginas de Internet y publicaciones en las que los modelos VRML son un elemento constante (Barceló, J.A., Forte, M., Sanders, D. 2000). A pesar de los avances experimentados, el porcentaje de entornos arqueológicos en VRML es todavía pequeño. Por esta razón, en el presente artículo se pretende hacer un repaso a las posibilidades del lenguaje y del medio, para la publicación divulgativa y científica del patrimonio arqueológico.

¹ Para quien no esté familiarizado con el lenguaje VRML, reproduzco algunas notas aclaratorias ya publicadas (Prieto, J.J. 2000b): “La restitución de un espacio tridimensional VRML, se efectúa mediante el posicionamiento de vértices, segmentos y polígonos en las coordenadas del espacio tridimensional, formando de esta forma los objetos de la escena.

VRML es un espacio aparentemente estático, que responde a cualquier mandato de movimiento que se le introduce desde el programa navegador. De esta forma, cada vez que introducimos una orden, dirección o giro, el navegador reacciona reubicando los puntos del objeto en un nuevo espacio tridimensional, provocando la sensación de movimiento”.

2. REALIDAD VIRTUAL Y VRML

Podemos decir que el lenguaje VRML ha aportado más al término “realidad virtual”, que cualquier otro sistema usado hasta entonces. Si bien, como ya he comentado, antes de su aparición ya hacía tiempo que utilizábamos sistemas tridimensionales, y por supuesto los seguimos utilizando tras su aparición, VRML ha otorgado a la realidad virtual la capacidad de interactividad y de manipulación. Tal y como refleja Juan A. Barceló (Barceló, J.A. 2000) el objetivo de los modelos virtuales es facilitar la comprensión de un lugar y sobre todo proporcionar un vehículo de experimentación. Es precisamente en este aspecto donde debe centrarse nuestro interés como arqueólogos por este sistema.

Debemos, por lo tanto, diferenciar la mera visualización de un entorno virtual, de la interacción del mismo. También resulta cierto, que la visualización de un vídeo con reconstrucciones tridimensionales fotorrealista resulta muy atractivo. Sin embargo, no es menos cierto, que prestamos mayor atención cuando lo que nos rodea depende de nuestras acciones que cuando somos “espectadores pasivos” de algo en lo que no podemos participar. Por esta razón, aunque VRML no ofrezca efectos espectaculares o modelos miméticos de la realidad, por las limitaciones que todavía posee, se convierte en una herramienta de especial importancia para la docencia. En mi experiencia personal, he comprobado la utilidad y sobre todo el interés despertado en los alumnos por los modelos VRML de “El Castillar” de Mendavia que hace un par de años elaboré (Prieto, J.J. 2000a).

De todas formas, mientras VRML no solucione los defectos que todavía posee, debemos considerar los dos sistemas comentados como complementarios. Desde luego, lo ideal sería poder interactuar y manipular de forma intuitiva los modelos y ambientes generados por programas como 3D Studio Max, LightScape, y otros tantos orientados fundamentalmente a la elaboración de animaciones visuales “avi o mpg”.

Por lo expuesto hasta ahora, cabe redefinir el concepto de realidad virtual, incluyendo tres características fundamentales:

Navegación: Considerándola como la capacidad de desplazarse libremente por el mundo virtual, de tal forma que el usuario tenga el control del espacio, como si se tratase de un espacio real. Igual que cuando visitamos algún yacimiento arqueológico nos gusta poder movernos libremente por él, es necesario que esa sensación la perciba el usuario virtual. Esta navegación para ser efectiva, debe ser sencilla e intuitiva. En numerosos modelos VRML consultados, he podido constatar que este primer principio no se respeta por completo, ya que los nodos que controlan la navegación simulada se encuentran en una escala diferente a la del modelo virtual y por ello la navegación libre se hace muy lenta y poco fluida, provocando un efecto inverso al pretendido.

Inmersión: Una navegación bien definida puede simular la sensación de inmersión en el mundo virtual, ya que el usuario puede realmente experimentar en tiempo real aquello que está viendo. Para conseguir una sensación más completa de inmersión, se está experimentando ya con entornos VRML y periféricos de realidad virtual como el HMD², o sonido estereofónico incorporado.

Manipulación: La posibilidad de poder manipular los objetos que el usuario encuentra en el mundo virtual, otorga a dicho entorno de una mayor capacidad de inmersión. El usuario de este tipo de entornos virtuales no solo se limita a recorrer las estancias o lugares representados, sino que de esta forma puede sentirlos, tocarlos o desplazarlos, en definitiva, manipularlos. Sin embargo, de todos es sabido que la tecnología de guantes sensoriales para este efecto no está al alcance de todos. Por esta razón podemos conseguir que el usuario pueda adquirir la información adicional que necesita por otros medios. VRML incorpora nodos de enlaces, que se comentarán más adelante, para conseguir estos efectos (información, movimiento, desplazamiento de objetos, etc). De esta forma, se contribuye a generar el efecto inmersivo pretendido.

Sobre estas tres características fundamentales deben incidir las reconstrucciones arqueológicas, de forma que el usuario tenga un control casi total del entorno en el que se desenvuelve y del cual pueda obtener información completa para su conocimiento.

Desde la aparición de la primera propuesta de VRML, se han ido sucediendo pasos encaminados a conseguir las características comentadas. La versión 1.0 de VRML, como se ha comentado, supuso un avance notable en la interactividad de mundos tridimensionales, sin embargo, enseguida se quedó pequeño para las necesidades reales de los programadores. Por esta razón apareció la versión 2.0 del sistema, denominada "*Moving Worlds*". El objetivo de esta nueva versión, no es otro que dotar al mundo virtual de una mayor interacción, permitiendo la posibilidad de especificar comportamientos para los objetos, mediante el uso del propio lenguaje VRML o de lenguajes externos como Java, Visual Basic, etc. Así mismo, esta nueva versión incorporaba algunas herramientas, que considero fundamentales para su aplicación en el campo de la arqueología, tales como sensores de posición, colisión o contacto. La información que registran estos sensores, se utiliza para que cada objeto actúe en consecuencia, incluso permiten que se arrastren los objetos de un lugar a otro (Goralski, W., Poli, P., Vogel, P., 1997). Como se explicará en posteriores apartados, estas características y la posibilidad de crear enlaces a otros objetos, paginas o mundos virtuales, constituirán el principal argumento para su aplicación en arqueología. En cuanto al futuro, desde hace algunos años se está discutiendo la versión 3.0, denominada "*Living Worlds*", que permitirá la interactuación con otras personas que se encuentran visitando el mismo mundo virtual, produciéndose posiblemente también, una mayor fusión con *Java*.

² Las gafas HMD (Head Mounted Display) proporcionan imágenes estereoscópicas, gracias a la presencia de dos pantallas de cristal líquido para que cada ojo obtenga su propia imagen, que al diferir ligeramente una de la otra, produce un mundo tridimensional. En ocasiones este sistema se monta con trackers de movimiento que miden en tiempo real las magnitudes posición y orientación de la cabeza.

3. VRML Y ARQUEOLOGÍA

Las ideas esbozadas en los párrafos anteriores, nos permiten hacernos una ligera idea de las posibilidades que VRML ofrece a la disciplina arqueológica. Debemos incidir fundamentalmente en tres aspectos, perfectamente combinables: la divulgación del patrimonio arqueológico, la investigación científica, y la publicación virtual.

Divulgación del patrimonio arqueológico

La primera utilidad que han tenido las reconstrucciones tridimensionales, por otra parte la más lógica, ha sido la de mostrar al público no entendido, el aspecto que ofrecían en el pasado los lugares desaparecidos, que la arqueología ha conseguido rescatar. Evidentemente, para este cometido divulgativo, la estética es fundamental. Los entornos visualmente ricos atraen y son capaces de generar mayor atención. Esta idea ha sido captada por numerosos museos, que comienzan a incluir animaciones tridimensionales junto a las tradicionales maquetas. Sin embargo, no sólo los museos contribuyen a esta difusión del patrimonio arqueológico, Internet como medio de masas, se ha convertido en una referencia casi obligada para este tipo de divulgación. (Prieto, J.J., 1998)

Para este propósito, VRML posee nodos de enlace que pueden contribuir de manera efectiva a conseguir los objetivos divulgativos de los mundos y reconstrucciones virtuales. Sin embargo, poca labor haremos, si tan solo mostramos reconstrucciones más o menos vistosas o realistas, y los modelos no van acompañados de algún tipo de información adicional. Cuando los yacimientos arqueológicos se musealizan para darlos a conocer, la información adicional se pone de manifiesto por medio de paneles informativos, pequeños museos temáticos, etc. Parece evidente por lo tanto, que la visita física al lugar ha de estar acompañada de algún tipo de explicación, que consiga que el visitante comprenda aquello que está viendo. De otra forma la impresión que puede llevarse tras su visita, es la de haber estado viendo “cuatro piedras mal puestas”. Los responsables de este tipo de musealizaciones tienen bien claro que aquello que se conoce se respeta, y que el respeto por el patrimonio arqueológico en muchas ocasiones, se consigue por el conocimiento de lo que representa histórica y culturalmente, aquello que estamos viendo.

De igual manera que cualquier musealización incluye este tipo de información adicional, las “musealizaciones virtuales” deben incluirlas también. El visitante virtual debe completar su exploración con una información, que explique y justifique los objetos o edificios reconstruidos. En caso contrario, conseguiremos un efecto similar al comentado anteriormente. En lugar de haber estado visitando “cuatro piedras mal puestas”, el usuario se quedará con la sensación de haber utilizado un “juego” bastante soso y poco adictivo.

Es en este aspecto donde los nodos de enlace de VRML pueden aportar esta información adicional. El objetivo es que el modelo tridimensional VRML sea el patrón que guíe toda la visita, y que en el momento que el usuario solicite información de alguno de los objetos representados, pueda disponer de ella de una forma inmediata. Se trata de ofrecer una ampliación de conocimientos a aquellos visitantes que lo soliciten. Para conseguir este cometido, basta con asignar un nodo de enlace a cada objeto que se representa en la pantalla, de tal forma que el usuario pueda accionar con el cursor sólo aquella información que precise, en el momento que así lo desee. El inconveniente de todo esto es fácilmente imaginable. Los objetos tienen que ser descompuestos en varios sub-objetos, para que cada uno remita a la información que tiene asignada, multiplicando de esta forma la dificultad de modelado inicial.

En la especificación de VRML 2.0 y 97, estos nodos de enlace son los denominados *Anchor* e *Inlines*. Los objetos *linkados* deben figurar como “hijos” del nodo *Anchor*, por lo tanto, como se ha comentado deben ser modelados individualmente. Normalmente, si queremos representar una casa, el modelado tridimensional de las paredes puede figurar como un solo objeto, sin embargo, si queremos que el usuario pueda obtener una información detallada de cada pared, deberemos modelarlas por separado, para asignarles a cada una de ellas un enlace. La estructura básica del nodo *Anchor* que se puede observar en la figura 1 y 2 (Prieto, J.J., 2000a) es fácilmente aplicable sobre todo para la incorporación de dato escrito, aunque también puede aludir a otros modelos virtuales. Ambos igualmente útiles para la divulgación del patrimonio arqueológico.

```
Anchor {
  Children [DEF Cube {}]
  Url ["Explicación.txt"]
  Paremeter ["target=menu"]
  Description "Texto "
}
```

Anchor{ - Nodo VRML del enlace. Todos los objetos situados entre los signos {} son los objetos que sirven de enlace-

Children [] - Definición de los objetos que sirven de enlace, como hijos del nodo principal -

Url ["formal.wrl"] - Dirección html, especificación de archivo, o definición de cámara (#cámara 1) -

Description "Modelo 3D- Forma 1" - Descripción, del enlace que aparece cuando el ratón se sitúa sobre el objeto enlace -

Paremeter ["target=menu"] - Información adicional para el navegador, frame donde visualizar la información

Figura 1. Estructura del nodo Anchor

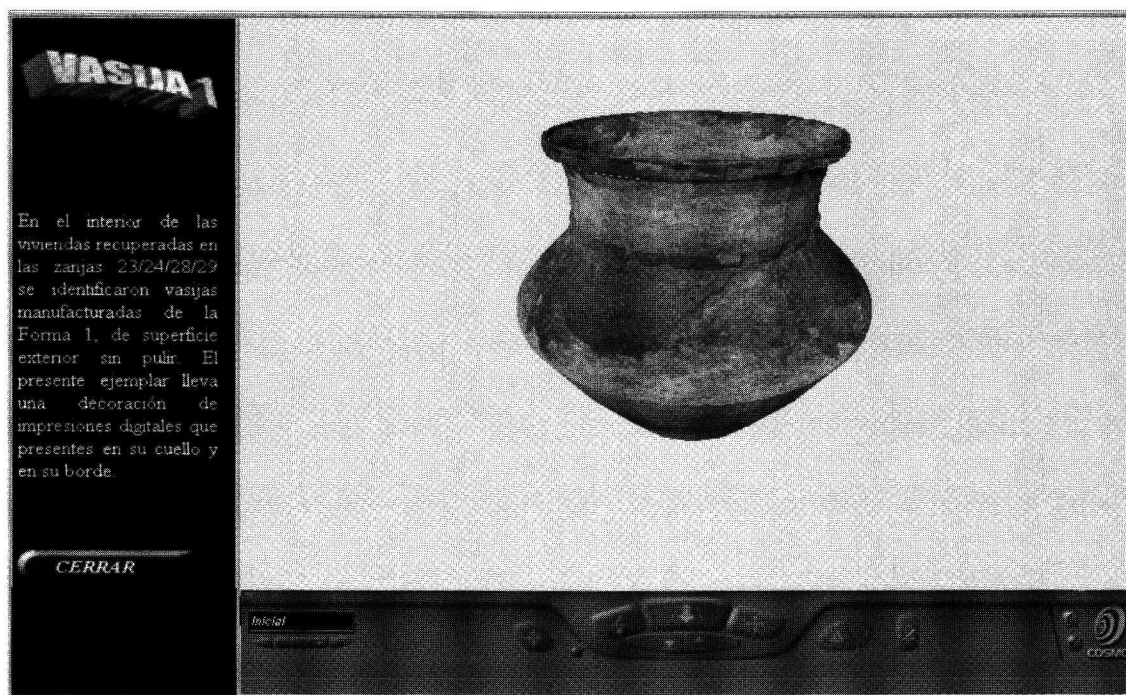


Figura 2. Ejemplo de utilización del nodo Anchor.

En mi opinión, la combinación de los dos medios, el textual y el gráfico, deben simultanearse en pantalla, de tal forma que el usuario no pierda de vista en ningún momento el modelo principal, que debe ser la autentica guía de la visita. De otra forma el visitante podría perderse ante un exceso de información, o ante una página excesivamente laberíntica. Esta característica mencionada, debería mantenerse incluso cuando los nodos de enlace hagan referencia a otros modelos tridimensionales (figura 3 y 4). La visita ofrecida por la Museo de la Casa de la Moneda ([http 1](http://1)), ofrece un adecuado uso de los nodos enlaces, simultaneando en pantalla información gráfica y textual. Así mismo, en la página web de “Learning Sites” ([http2](http://2)), se pueden observar magníficos ejemplos de lo expuesto que analizaremos más adelante (Sanders 2000). Por otra parte, podemos observar también páginas que pese a usar enlaces virtuales, no simultanean los medios³ informáticos, creando en mi opinión una visita menos fluida e interactiva ([http 3](http://3)). De esta forma el visitante tiene que regresar una y otra vez al modelo principal, consiguiendo una navegación más lenta, porque dicho modelo ha de “cargarse” o regenerarse continuamente. Así mismo se pueden observar algunas interesantes aplicaciones del nodo Anchor en las reconstrucciones realizadas en la Casa Santa ([http 5](http://5)), en las que se pueden observar además algunas de las posibilidades dinámicas que ofrece el uso conjunto de VRML y los *scripts* del lenguaje Java..

³ Al mencionar “medios informáticos”, me estoy refiriendo al modo en el que se muestra la información. Cuando un sistema es multimedia, significa que puede simultanear varios medios, es decir vídeo, gráficos, texto, sonido, etc.



Figura 3. Modelo de combinación de elementos tridimensionales y texto.

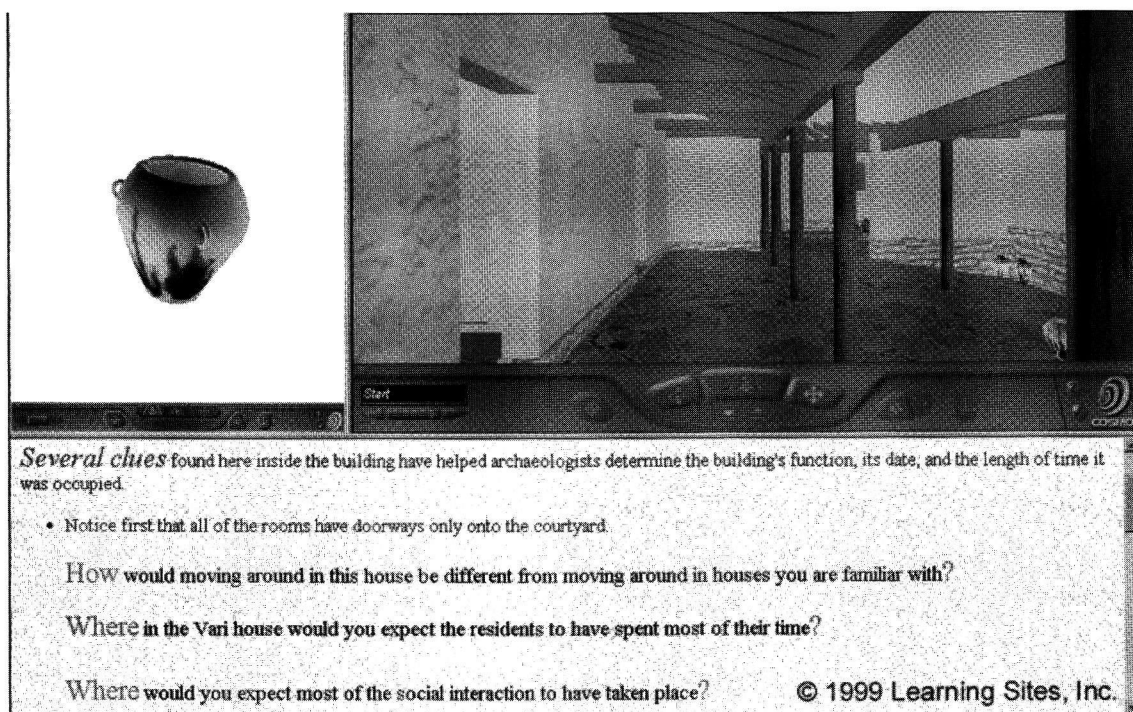


Figura 4. Modelo de combinación de elementos tridimensionales y texto. (Según Sanders).

Investigación

Aunque posiblemente esté menos extendido su uso, el lenguaje VRML posee también numerosas utilidades que pueden usarse en el proceso de investigación de un yacimiento arqueológico. Aprovechando la característica *Moving Worlds* de la que hace gala VRML 2.0, podemos servirnos de algunos nodos interesantes, para nuestro trabajo. Principalmente me estoy refiriendo a los *nodos sensores*, entre los que podemos destacar los *nodos señaladores* y los *nodos arrastradores*. Son precisamente este tipo de nodos, los que pueden dotar a nuestros modelos virtuales de la interactividad necesaria para nuestro cometido.

Estos tres tipos de nodos, nos van a permitir manipular todos aquellos objetos que se encuentren representados en el mundo virtual. Entre las muchas aplicaciones que esto puede generar, me limitaré a comentar una de ellas. La posibilidad de poder reproducir el proceso de excavación de un yacimiento. Una de las primeras cosas que aprendemos sobre la arqueología, es que ésta se basa en un proceso destructivo, ya que para acceder a estratos inferiores, necesitamos dismantelar los estratos superiores. Evidentemente, el arqueólogo no puede volver a aquellos estratos que ya han desaparecido, salvo sobre el papel. Es en este punto donde me gustaría recalcar la utilidad de los *nodos sensores* citados y que analizaremos más adelante. Es posible reconstruir tridimensionalmente todo el proceso de excavación con su secuencia estratigráfica, para su posterior análisis en el laboratorio. Una vez elaborado el modelo, el investigador puede repasar aspectos del proceso de excavación, que en su momento pudieron no quedar del todo claros, ante el desconocimiento de lo que posteriormente deparara un estrato inferior sin excavar. Sólo cuando se conocen todos los datos, se tiene una idea clara y acertada del lugar, en esos momentos, en ocasiones, deseáramos visualizar situaciones anteriores. Los *nodos sensores*, nos permiten precisamente manipular los objetos, de tal forma que podemos repasar el proceso de excavación.

El uso de este tipo de técnica constituye una fuente adicional a los métodos usados hasta ahora, y debe exigir una recogida realmente exhaustiva de información, para que el modelo sea realmente útil, y no se convierta en un entretenido “mecano” bastante vistoso con el que puedo entretenerme sacando y poniendo piezas. El objetivo es que refleje la realidad del lugar, para que posteriormente podamos analizar el proceso seguido. Por otra parte, este tipo de modelos dinámicos pueden resultar de especial utilidad en la docencia, para explicar procesos, soluciones adoptadas en el transcurso de excavación, o simplemente la superposición de estructuras y la forma en que los poblamientos posteriores afectan a los anteriores. A la hora de explicar la evolución de un poblado, puede resultar bastante útil mostrar como una sepultura visigótica puede afectar a un estrato romano, por poner un ejemplo.

La funcionalidad de los *nodos sensores*, se basan en la posibilidad que tiene VRML 2.0, para detectar colisiones y generar eventos. De esa forma, el mundo visitado detecta nuestras acciones sobre los objetos, y actúa en consecuencia. Un evento VRML es como un mensaje que es enviado por un objeto y capturado por otro. De esta forma podemos indicar al navegador que un objeto ha cambiado de lugar, de color, etc.

Entre los *nodos sensores* básicos podemos destacar el *sensor de proximidad* o *ProximitySensor*, ya que permite realizar un seguimiento de los movimientos del usuario, pudiendo hacer que un objeto reaccione ante la proximidad de un visitante. Puede detectar por lo tanto, si nos encontramos dentro de un estancia o fuera de ella.

Entre los *nodos señaladores* o *Pointing Devise Sensors*, debemos destacar el *sensor de tacto* o *TocuhSensor* permite generar eventos sobre el objeto que esté siendo manipulado, pudiendo modificar, por ejemplo el color de un objeto de la estratigrafía, para destacarlo del resto. Así mismo puede habilitar la acción de un objeto presente en la reconstrucción del proceso de excavación, para que éste inicie algún movimiento de desplazamiento que nos permita sacarlo de la estratigrafía.

Los *nodos arrastradores* o *Drag Sensors*, permiten modificar las posiciones de los objetos de la escena directa e individualmente. Según el tipo de movimiento que aporten al objeto, distinguiremos entre *PlaneSensor*, permite mover el objeto sobre un plano, *CylinderSensor*, mueve el objeto alrededor de un eje, o *SphereSensor*, que permite la rotación libre del objeto. En el ejemplo comentado considero mayor utilidad el nodo *PlaneSensor* que posibilita desplazar objetos de la estratigrafía representada.

A pesar de las posibilidades que abren los nodos anteriormente comentados, VRML todavía es muy limitado en cuanto a desplazamientos y transformaciones de objetos, ya que los sensores descritos tienen predefinidos sus componentes. Para solucionar esta carencia, VRML incorpora el *nodo Script*, que permite introducir secuencias de programas externos como *Java* o *JavaScript*. La ventaja de combinar estos lenguajes con VRML es que nos permite definir eventos según nuestras necesidades dotando a nuestro modelos de la interactividad y funcionalidad que realmente pretendemos. El futuro del lenguaje VRML pasa necesariamente por su combinación con *Java* o *JavaScript*.

Publicación

El tercer campo en el que los modelos VRML pueden tener, en un futuro muy cercano, gran importancia, es el de las publicaciones virtuales en Internet. En palabras de Sanders (Sanders, D. 2000) la publicación sobre papel tiene sus limitaciones en cuanto al volumen de imágenes, calidad y tipo de las mismas, coste de producción, etc. Frente a esta realidad, la publicación en Internet ofrece a priori considerables ventajas. Entre otros aspectos la accesibilidad, permitiendo una mayor difusión que las publicaciones de especialidad, el reducido coste, mayor volumen de información

gráfica, y lo que nos ocupa en el presente artículo, la variedad de información mostrada en la publicación. La publicación vía Internet permite incorporar a los artículos de investigación o de divulgación diferentes medios que de forma complementaria ofrezcan una información completa del asunto tratado.

Entre esta variada información podemos incluir vídeos, textos, fotografías, o reconstrucciones virtuales en tres dimensiones, creando publicaciones más completas y complejas, donde el lector posee toda la información pertinente y que puede solicitar según la necesite.

Las utilidades divulgativas y científicas de VRML expuestas anteriormente, son perfectamente combinables aquí. Pueden crearse publicaciones dinámicas de las cuales los investigadores obtengan una información realmente detallada y variada, y los usuarios no expertos un entorno atractivo y suficientemente documentado para comprender y valorar aquello que está visionando. Por su parte, los investigadores encontrarán de especial utilidad la posibilidad de recibir la información en diferentes formatos. Creo que existe una notable diferencia entre publicar la planta de un poblado y explicar textualmente aquellos hallazgos que han aportado, acompañando la publicación con dibujos de los materiales o estructuras recuperados, que publicar por Internet la planta “linkada” del mismo lugar, es decir, sobre la cual se han establecido enlaces (figura 5). Evidentemente, este último caso permite al lector pulsar sobre aquellas zonas que le interesen más y obtener la información textual sobre ellas, pudiendo visionar junto con esa información no el dibujo del material encontrado en esa zona, sino reproducciones tridimensionales de los mismos, o reconstrucciones tridimensionales de la zona en cuestión.

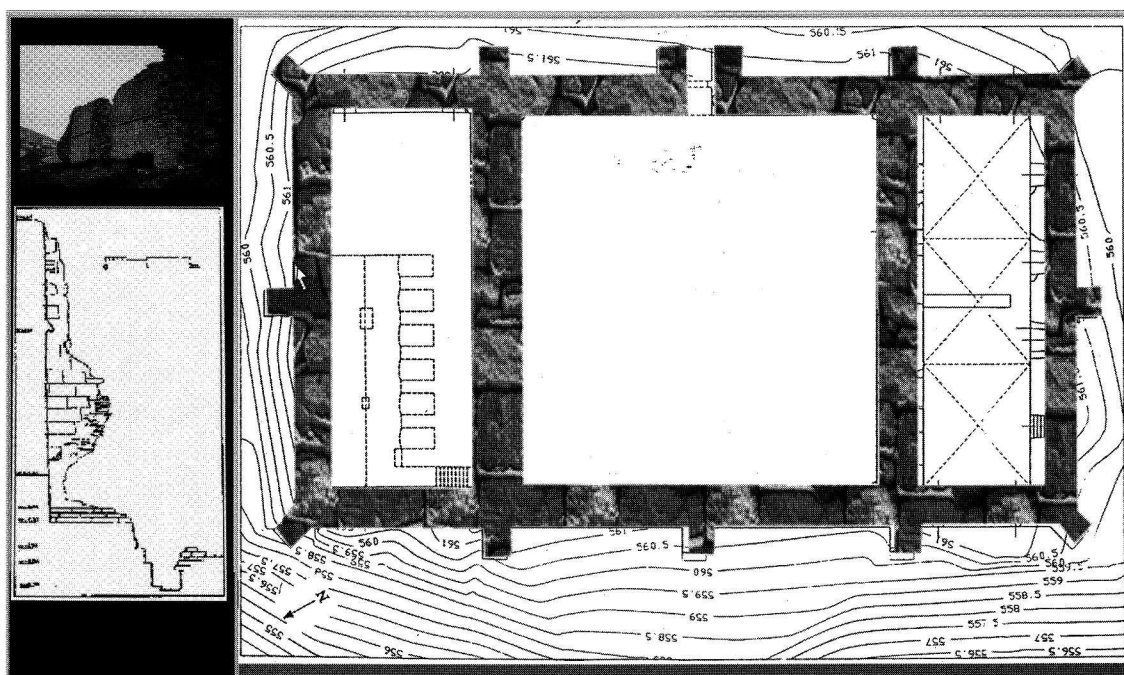


Figura 5. Planta del Castillo de Tiebas (Navarra), con enlaces en los lugares más destacados.

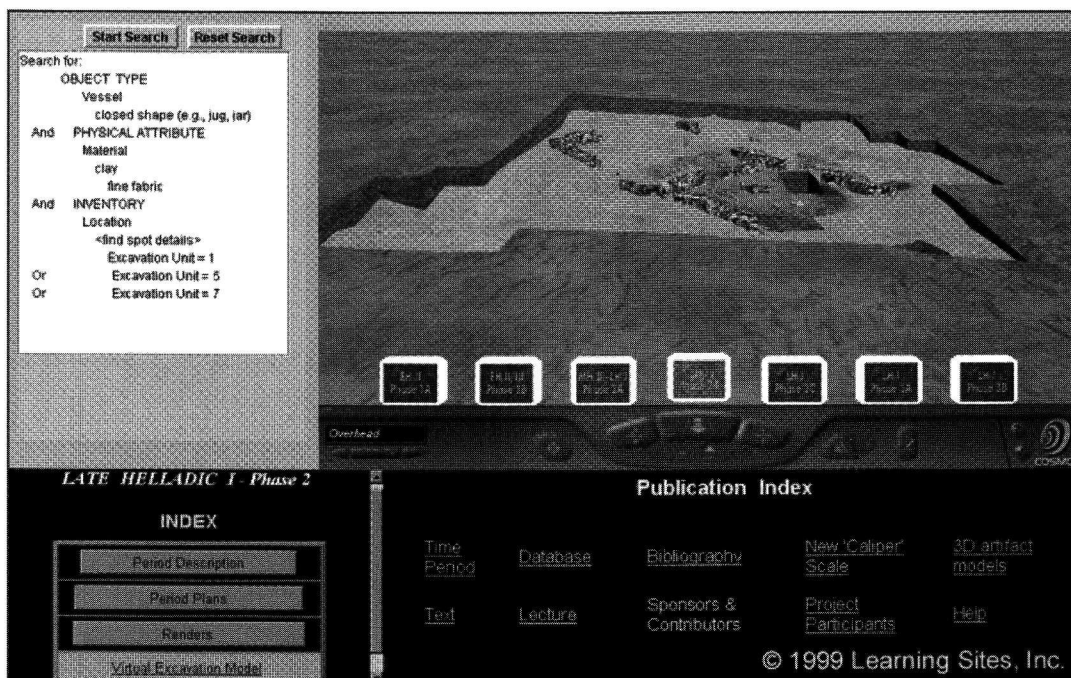


Figura 6. Aspecto de publicaciones interactivas (según Sanders).

Sin embargo, este tipo de publicación posee sus riesgos. Es posible que incorporemos un gran volumen de información, que en ocasiones pueda ser excesiva, y mal ordenada, provocando que el lector se pierda entre enlaces sin llegar a encontrar aquello que realmente necesita. Por otra parte también podemos correr el riesgo de intentar generar páginas tan vistosas y con modelos tridimensionales tan atractivos y dinámicos que nos quedemos simplemente en eso, dejando en un segundo plano la información que realmente nos interesa como investigadores. Por lo tanto este tipo de publicaciones deben convertirse en un medio, no en un fin.

Como se ha señalado anteriormente, para evitar la desorientación del lector, es necesario, que la información se simultanee en la misma pantalla, dejando algún elemento fijo, al cual el lector pueda acudir en cualquier momento. Este objeto debe de servir de índice para orientar la lectura. En el ejemplo expuesto anteriormente, este objeto puede ser la planta del poblado, a la cual se puede acceder en todo momento. En otras ocasiones, este “elemento índice” puede ser una reconstrucción VRML, que siempre permanece en pantalla y que activa la información adicional necesaria para su comprensión (figura 2).

4. CONCLUSIONES

El panorama expuesto en las páginas anteriores, constituye un esbozo de las posibilidades que el entorno VRML ofrece actualmente tanto a la divulgación como a la investigación arqueológica. La fusión de estos aspectos en las publicaciones en Internet, pueden en poco tiempo modificar nuestra concepción de intercambio y divulgación de conocimientos. Es un paso más, es un entorno aparentemente ilimitado, del que la arqueología puede sacar muchas utilidades y en el que la arqueología debe de estar.

El futuro de la reconstrucción virtual pasa cada día más por entornos realmente interactivos, alejándose paulatinamente de las animaciones predefinidas en las que el sujeto debe limitarse a observar. Los entornos virtuales en los que podamos mover y manipular objetos son de especial utilidad en cualquier disciplina científica, entre ellas la arqueología, porque facilita la experimentación. De esta manera no sólo se convierten en herramientas útiles para la investigación sino también para la docencia.

Este efecto inmersivo que podemos crear facilitando la manipulación del entorno virtual puede ser un sustitutivo de los verdaderos entornos inmersivos complementados con periféricos sensoriales pudiendo incorporarse fácilmente a nuestros lugares de trabajo, y a las aulas, donde tiene un futuro pedagógico todavía sin explotar. Esta situación parece pasar por la combinación de las nuevas versiones del lenguaje VRML y lenguajes externos como *Java* o *JavaScript*.

BIBLIOGRAFÍA

- AMES, A., NADEAU, D., MORELAND, J. (1997): *VRML 2.0 sourcebook*, John Wiley & Sans Inc.
- BARCELÓ, J.A., (2000): *Visualizing what might be: an introduction to virtual reality techniques in archaeology*. Virtual Reality In Archaeology, CD-ROM, " Archaeopress, Oxford.
- BARCELÓ, J.A., FROTE, M., SANDERS, D. (eds.) (2000): *Virtual Reality in Archaeology*. Archeopress, Oxford.
- BONFIGLI, E., (2000): *A www virtual museum for improving the knowledge of the history of a city*. Virtual Reality In Archaeology, CD-ROM, " Archaeopress, Oxford.
- GORALSKI, W., POLI, M., VOGEL, P., (1997): *VRML. Exploring virtual worlds on the Internet.*, Prentice Hall.
- LEA, R., MATSUDA, K., MIYASHITA, K., (1996): *Java for 3D and VRML worlds*.
- NEDY, R., (1996): *Instant vrml worlds*. Paperback.
- PRIETO, J. J. (1998): *Internet: la máquina del tiempo. La reconstrucción virtual de lugares arqueológicos*. Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra 6, 201-230, Pamplona.
- (2000a): *Virtual reality and reconstruction of archaeological places: a practical task, "El Castillar" of Mendavia (Navarra)*. Virtual Reality In Archaeology, Archaeopress, Oxford.
- (2000b): *Gaztelu. Aportación de la informática al estudio de los castillos medievales de Navarra*. Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra 8, 237-266, Pamplona
- SANDERS, D. (2000): *Archaeological publications using virtual reality: case studies and caveats*. Virtual Reality in Archaeology, Archaeopress, Oxford.

REFERENCIAS WEB.

Http 1. – Museo Casa de la Moneda

<http://lanzadera.com/vrml>

Http 2. – Learning Sites

<http://www.learningsites.com>

Http 3. – Tomb of Menna

<http://www.doc.mmu.ac.uk/RESEACH/virtual-museum/menna>

Http 4. – Arqueologia em 3D

<http://www.terravista.pt/AguaAlto/4003/>

Http 5. – Casa Santa

<http://http.unirioja.es/proyectos/calagurris>

Http 6. – VRML Repository

<http://www.web3d.org/vrml/vrml.htm>

Http 7. – Introducción a VRML 2.0

<http://tecfa.unige.ch/guides/vrml/sig-graph-tutorial/vrml97.htm>

<http://tecfa.unige.ch/guides/vrml/sig-graph-tutorial/toc.htm>

Http 8. – Virtual Reality Model Language

<http://www.ocnus.com/vrml.html>

Http 9. – Java

<http://java.sun.com/>

Http 10. – VRML/Java/Javascript FAQ

<http://www.aereal.com/faq/>

Http 11. – Basic 3D Math

<http://www.geocities.com/SiliconValley/2151/math3d.html>

Http 12 – VRML Tutorials by node

<http://web3d.about.com/library/tutbynode/bltutbynode.htm>